

鋼球衝突によるモルタル面の摩耗量に関する実験的研究

名城大学理工学部	正会員	新井 宗之
名城大学大学院	学生会員	川島 和義
東亜合成株式会社	正会員	福島 浩一
東亜合成株式会社	正会員	武田 晋治

1. はじめに

河川や導水路等ではコンクリート構造物が経済性や施工性、耐久性で優れていることから広く用いられている。しかし、コンクリート構造物は摩耗に対する耐久性は一般に低いとされており、その予測は維持管理上重要なことである。しかしながら、コンクリート壁面の粒子衝突による剥離、摩耗のプロセスが複雑なためまだ十分に解明されておらず、その予測方法もまだ必ずしも十分に明らかではない。ダムの排砂路のように流砂量が非常に多いところばかりでなく、流水中に土砂などの含有を認められる場合、長期的にはコンクリートの摩耗が無視できないものとなってくる。そして、その摩耗は水路等の安全性や維持管理に大きな影響を与える。この摩耗現象を明らかにすることは水路や河川構造物の施工計画や保守管理等に重要な役割を果たす。

そこで、本研究では、コンクリートの摩耗量を定量的に予測する方法を得ることを目的として、ここでは、摩耗過程の粒子衝突による壁面剥離の物理モデルをもとに、粒子の衝突によるモルタル面の剥離過程を明らかにするため、鋼球粒子をモルタル面に衝突させる摩耗試験を行い、物理モデルの妥当性について検討した。

2. 実験方法

摩耗試験は図-1に示すように、長さ 2.75m、内径 5.2cm のパイプを落下ガイドとして利用し、パイプの下に供試体を固定し、粒径分布 0.71~1.10mm の鉄球粒子を落下させた。パイプの上端にはスクリーンを設置し、鉄球が均一に分散するようにしている。

摩耗試験に使用した供試体は、水セメント比 50%で、28 日水中養生したもので、圧縮強度は 48.24Mpa のものを使用した。そして、その供試体の試験面は図-2に示すように 45° にカットしてある。供試体の試験面の中央には一辺 1cm の正方形の孔をあけたプラスチックフィルムを張り付けて開口部の試験面だけに鉄球が衝突するようにした。供試体の試験面のフィルム開口部への鉄球の衝突量は、パイプの下端へ約 0.4cm²の開口部を持つ筒を束ねて設置し、各筒へ入った鉄球の重量から鉄球の落下重量分布を求め、試験部分への衝突量を求めた。落下重量の測定から中央部での 1cm²当たりの落下重量はパイプ全体を落下する鉄球の 6.96%であることが分かり、この値をもとに 1cm²当たりの衝突量を求めた。そのときの鉄球の落下速度は 7.34m/s である。鉄球が供試体に接触する様子は、図-3のように、高速度カメラ(NAC 社製 E10)を用いて 4000 コマ/秒で撮影した。運動量の変換時間 t_a の測定方法は図-4のように高速度カメラからの粒子の運動軌跡から、その供試体への接触

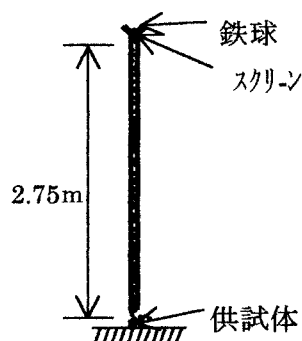


図-1 実験装置

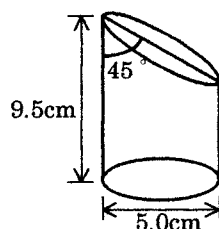


図-2 供試体

キーワード：摩耗量，コンクリート，鋼球，実験，物理モデル，

連絡先：〒468-8502 愛知県名古屋市中白区塩釜口 1-501 Tel052-832-1151 Fax052-832-1178

時間を得ている。また落下速度と衝突後の速度差から粒子の跳ね返り係数を得ている。また、摩耗量は供試体の摩耗部の深さをダイヤルゲージを用いて周辺の非摩耗面との差から求めた。

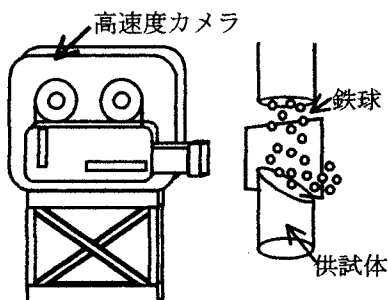


図-3 測定装置模式図

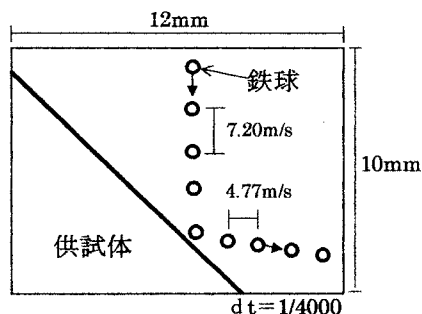


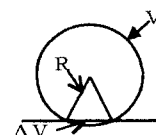
図-4 測定画面 (例)

3. 実験結果と考察

球体粒子が平面材料に衝突しその一部が剥離し摩耗する速度は次式の様である (1)。

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta V n}{\Delta a} = \Delta V \cdot N$$

$$= \frac{3}{4\pi R} \left\{ \left(\frac{1}{\tau_c} \right) \frac{C_m}{t_a} \rho_s \frac{4\pi R^3}{3} (1-e^2) \right\}^2 v^2 \cdot N \quad (1)$$



ここで、D：摩耗量、 ΔV ：粒子一個あたりの摩耗量、R：粒子半径($=1/2d$)、d：粒径、 τ_c ：材料せん断強度、 t_a ：運動量の変換時間、 C_m ：運動量時間変化率から限界せん断応力の変換割合、 ρ_s ：粒子の密度 (7450kg/m^3)、e：粒子の跳ね返り係数、v：粒子の衝突速度、N：単位面積あたりの粒子衝突数である。ここで、粒子のモルタル面への衝突速度は、衝突面の法線方向の速度を用い、運動量

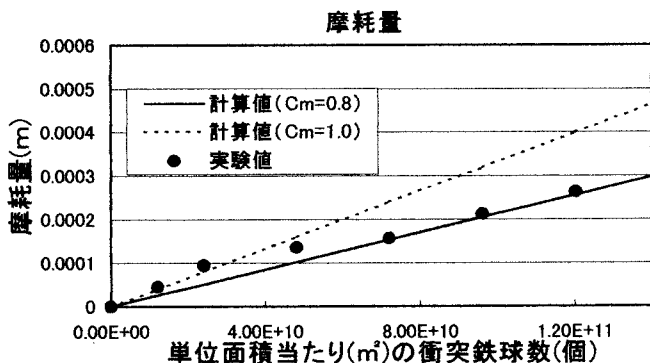


図-5 摩耗量

の変化時間 t_a 、粒子の跳ね返り係数eは上述の測定結果を用いている。また、供試体のせん断応力は圧縮強度の1/2を用い、粒子の供試体への衝突数は鉄球の落下総重量を詳細に測定し換算している。図-5は(1)式による計算値と実験結果が示されている。 C_m は運動量の時間変化率が限界せん断応力に変換する割合で、ほぼ $C_m=1$ に近い値を示しているが、衝突の進行とともに $C_m=0.8$ 程度に対応している。実験結果と計算結果は比較的良好一致を示しており、本モデルの妥当性が示されている。しかしながら、供試体の材質により物理定数が異なるため、今後種々の供試体について検討して行きたい。

参考文献：1)新井宗之，天野時元，福島浩一；コンクリート製水路の摩耗予測に関する基礎的研究 土木学会第51回年次学術講演会概要集，VI-65，1996.9。